TEORIE ŞI INCERCĂRI IN DESVOLTAREA BETONULUI ARMAT [1])

de C. C. TEODORESCU
Profesor la Politehnica Bucureşti

Résumé. Pour mettre en évidence l'importance des essais dans le développement des idées et des méthodes de calcul, on présente l'évolution des formules pour le calcul des sections en béton armé, avec exemples à l'appui, depuis les méthodes empiriques jusqu'aux circulaires officielles. On met en évidence les points de vue qui ont conduit les essais et leurs suites sur les méthodes de calcul.
Une attention particulière est donnée aux publications faites dans le Bulletin de la Société Polytechnique.

Incercările de materiale și de elemente de construcție, precum și observarea construcțiilor executate și modul cum ele s'au purtat sub sarcini, sunt bazele pe care se clădește teoria și metodele de calcul. De multe ori se construește întâi și pe urmă se calculează, se găsește o cale de construcție și pe urmă se justifică printr'o teorie.

Mi-am ales să desvolt această idee în fața d-voastră, folosindu-mă de exemplul betonului armat. Intâi pentrucă betonul armat este foarte întrebuințat la noi în țară și inginerii noștri au în această privință o experiență mai bogată ca în multe alte părți. Al doilea pentrucă este un domeniu în care încercările nu și-au spus ultimul cuvânt. Nici materialul: ciment, pietriș, apă, nu și-a dat la iveală ultimele secrete, și mai sunt încă lucruri noi de aflat; nici combinația aceasta: beton și fier, nu este încă complet cercetată și mai sunt încă elemente necunoscute. Iar pietrișul, cimentul și manopera sunt indigene și trebuesc studiate în relațiunile lor, existente în țara noastră, neputând să le aplicăm rezultatele găsite în străinătate.

Nu vreau însă ca să înșir în fața d-voastră toate aspectele acestei probleme, prea mare și prea desvoltată, ci vreau numai să arăt, folosindu-mă de exemple din desvoltarea betonului armat, cum s'au completat încercările cu teoria și cum s'au precizat cu încetul ideile și metodele de calcul, ilustrând aceasta și cu exemple din țara noastră.

---

[1]) Comunicare făcută la Asociaţia Română de Poduri, Sarpante şi Incercarea Materialelor, Grupul Român de Incercări de Materiale, în şedinţa din 15 Decemvrie 1944, în sala « *Ion Ionescu* » a Politehnicei din Bucureşti.

Joseph Monier, prin patentul luat în 1867, întregit pe urmă cu altele, pentru tuburi, plăci, poduri, este considerat ca primul care are meritul de a fi creat condițiile care au dus la desvoltarea acestui mod de construcție, deși încă din 1854, *Lambot* construise o barcă din beton armat. Monier nu scoate totuşi în evidenţă modul cum lucrează fierul și dacă el mărește rezistența construcției.

Brevetul lui Monier este cumpărat de *Schuster* în 1880 pentru Austria și de *Freytag* și *Heidschuh* în 1884 pentru Germania, unde se introduce acest nou procedeu de construcție.

Numeroase noui brevete se iau în acest timp, în Franța, Anglia, America, Germania, Austria și diferite nume, astăzi uitate, apar cu idei noui pentru construcția în beton armat. Dintre acestea merită să reținem pe *Hennebique*, constructor îndemânatec, care începe diferite lucrări încă din 1879 și care creiază cel dintâi în 1892 construcția rigidă, monolitică, legând nervurile cu placa și cu stâlpii, introducând scările pentru legătură și fiarele ridicate. Expoziția dela Paris din 1889 consfințește lucrările lui Monier, Dumesnil, Bordenave, Cottancin, Hennebique, iar expoziția din 1900, tot la Paris, dă măsura lucrărilor în beton armat, care uimesc pe vizitatori și întărește desvoltarea acestui sistem nou de construcție.

Trebue să menționăm că în acest timp, când betonul armat era și în alte țări la începutul experiențelor, se face la noi în țară de către *Inginerul A. Saligny* construcția docurilor din Galați și Brăila, lucrări terminate în 1888—89, unde se întrebuințează la silozuri celule de beton armat [1]).

Pentru a se orienta asupra modului de lucru al noului material, Saligny face experiențe, construind în curtea Școalei Naționale de Poduri și Șosele câteva celule pentru încercare. Aceste celule au fost văzute în curtea Școalei de numeroase serii de elevi, până în 1914, când s'a construit pe acest loc pavilionul laboratorului de electrotehnică. Acestea sunt primele încercări de beton armat în țara românească, și poate unele dintre primele încercări din acel timp.

Se pare că prima încercare de a calcula secția de beton armat este făcută de *de Mazas*, care ține seamă de coeficienții de elasticitate diferiți ai betonului și fierului, calculând poziția axei neutre cu $n = 20$. Cu ocazia unor lucrări făcute în Portul Toulon în 1876, pentru un cheson, s'a încercat construcția în beton armat care a prilejuit acest calcul.

In literatura germană prima încercare de calcul este dată de *Koenen*, în serviciul firmei Wayss și bazat pe încercările făcute de aceasta. El neglijează tensiunea betonului și admite axa neutră în mijlocul secției, în prima sa încercare publicată în Zentralblatt der Bauverwaltung în 1886.

Melan în 1890 dă un mod de calcul luând în considerare și rezistența la întindere a betonului în Wochenschrift des Oesterr. Ing. und Architektenverein. El consideră separat raportul între coeficientul de elasticitate la întindere și la compresiune pentru beton E_t/E_c, și raportul între coeficientul de elasticitate al betonului și al fierului $n = E_f/E_b$,

---

[1]) *A. Saligny*. Memoriu asupra bazinurilor docurilor din Galaţi şi Brăila. Buletinul Societăţii Politehnice. 1888. Pag. 103, 148; 1889, pag. 174.

pe care îl ia egal cu 20, stabilind astfel rezistențele maxime la compresiune și la tensiune în beton, precum și rezistența în fier. Problema își găsește ecoul și la noi, un articol asupra chestiunii fiind publicat în Buletinul Societății Politecnice [1]).

De altfel acest timp corespunde cu desvoltarea acestui mod de construcție în țara noastră și interesul se manifestează din plin căci în 1890 se întemeiază prima fabrică românească de ciment la Brăila, de către inginerul I. Gh. Cantacuzino. Tot din același an datează și fabricile de ciment de peste munți, din Brașov și Gura-Honț.

Coignet și Tedesco în 1894 transformă secția eterogenă într'o secție omogenă de beton, înmulțind secția armaturilor cu raportul coeficienților de elasticitate ai fierului și betonului, luând $n = 10—20$, și dă ca rezistențe admisibile pentru beton 20—40 kg/cm², după dosajul betonului [2]). Exemplul calculat după Coignet arată rezistența betonului 9,87 kg/cm², a fierului 830 kg/cm².

Interesul pentru aceste construcții se remarcă și la noi și astfel în Buletinul Societății Politecnice se dau rezultatele încercărilor dela Purkersdorf, făcute cu o boltă Monier de 23 m deschidere, la care se determină experimental raportul n, care se găsește pentru diferite secții $n = 68, 76, 85$ [3]). Sau modul de calcul al unor grinzi sistem Möller, întrebuințate pentru viaductul Pleisse în Leipzig, unde s'au construit grinzi din beton armat de 11 m deschidere [4]).

Multe încercări se fac pentru a ajunge la un mijloc de calcul. *Cristophe* în 1899 în Annales des Travaux publics de Belgique, se interesează de tensiunea betonului și admite $n = 10$. *Lefort* este pentru armarea dublă a secțiilor, care duce la simplificarea calculelor, axa neutră fiind axă de simetrie, și prezentând și asemănare cu grinzile cu zăbrele foarte întrebuințate în acest timp. *Harel de la Noë* se interesează de rezistențele la lunecare dând o formulă pentru determinarea raportului între secția și perimetrul fierului [5]).

In acest timp trebue să remarcăm încercările și studiile lui *Considère*, care arată originalitate și o intuiție clară a fenomenelor ce se petrec în secția de beton armat. El examinează proprietățile betonului armat, scoțând în evidență influența armaturilor metalice, și determină și proprietățile betonului armat dând și un mijloc de calcul [6]).

---

[1]) Calculul construcţiei de fier şi beton de Prof. I. Melan. Buletinul Societăţii Politehnice, 1898, pag. 211.

[2]) *Tedesco & Morel*. Traité théorique et pratique de la résistance des matériaux appliquée au béton et au ciment armé. Béranger.

[3]) Calculul bolţilor Monier de Spitzer, Inginerul Soc. Wayss şi Freytag. Buletinul Societăţii Politehnice. 1896, pag. 377.

[4]) Grinzile armate sistem Moller. Buletinul Societăţii Politehnice. 1898, pag. 353.

[5]) Tedesco şi Morel, pag. 159, 184, 200, 231.

[6]) *A. Considère*. Influence des armatures métalliques sur les propriétes des mortiers et des bétons. Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris. 1898. Vol. 127, pag. 992.

A. Considère. Influence des armatures métalliques sur les propriétes des mortiers et des bétons. Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris. 1899. Vol. 128, pag. 30, precum şi Génie civil, 1899, Vol. 34, pag. 213, 229, 244.

Inginerii români se ţineau la curent şi Buletinul Societăţii Politecnice publică articole arătând progresele atinse în acest timp [1]). Chiar ecoul încercărilor lui Considère apare şi la noi, dându-se în Buletinul Societăţii Politecnice un comentar asupra comunicării lui Considère la Congresul Asociaţiei pentru Incercarea Materialelor din 1901 [2]).

Toate aceste noi progrese nu lasă indiferenţi pe inginerii români şi ecoul lor se oglindeşte în timpul acela, iar situaţia din 1901 se poate vedea căci *inginerul Alexandrini*, dela căile ferate, ţine o conferinţă asupra betonului armat, din care se pot culege informaţii preţioase asupra stării din acel timp [3]).

După ce face un scurt istoric al betonului armat, arată cum s'au desvoltat lucrările cu exemplele timpului din Franţa, citând metodele de construcţie întrebuinţate acolo, destul de numeroase, pe când în Germania şi Auştria era sistemul Monier. Dă, în notă ca prezentând mai puţină importanţă, formulele de calcul după Cristophe. Arată experienţele făcute de Wayss şi metoda sa de calcul, care admite axa neutră la mijloc, fără a aminti numele lui Koenen, căruia i se atribue aceasta. La fine dă lista lucrărilor în beton armat, executate până la acea vreme în ţara noastră, după cunoştinţa sa: tuburi executate de inginer Cuţarida; învelitoarea cupolei Casei de Depuneri; un planşeu sistem Walser-Gérard la Institutul călugăriţelor catolice din Iaşi; silozurile executate la Galaţi şi Brăila; mai multe podeţe boltite sistem Melan în jud. Gorj; puţurile de 4 m diametru dela alimentarea cu apă a Capitalei.

* * *

Incă dela început încercările făcute pentru a găsi caracteristicile şi proprietăţile mortarului de ciment, şi pe urmă ale noului material combinaţia de beton şi fier, au fost foarte numeroase.

Bauschinger începe aceste încercări în 1887, în cadrul încercărilor de materiale pe care le-a urmărit. In Franţa, la Laboratorul Şcoalei de Poduri şi Şosele se fac încercări de *Debray* în 1890, de *Durand-Claye*, pentru a stabili calităţile betonului armat, precum şi încercări cu elemente de construcţie, plăci sistem Cottancin. *Hennebique* face şi el încercări asupra sistemului său de construcţie, dintre care citâm pe cele făcute la Lausanne în 1894.

Considère este însă acela care prin publicarea rezultatului încercărilor sale în 1898 deschide o cale largă şi lămureşte multe din proprietăţile betonului armat.

Odată cu introducerea betonului armat în construcţie încercările se înmulţesc şi în curând, în toate ţările, diferiţi cercetători în laboratoare urmăresc diferitele aspecte ale problemei. La aceasta ar trebui să adăogăm şi încercările care se fac în mod curent pe şantiere şi experienţa

---

[1]) Buletinul Societăţii Politehnice, 1899. Construcţiuni de ciment armat, pag. 243. Calculul lucrărilor de ciment armat, pag. 94, 118.

[2]) *Mayer A.* Contribuţiuni la studiul proprietăţilor betonului armat (după Considère). Buletinul Societăţii Politehnice, 1901, pag. 196, 213.

[3]) *O. Alexandrini.* Asupra betonului armat. Buletinul Societăţii Politehnice, 1901, pag. 5.

strânsă din lucrările executate, care de asemenea contribue la fixarea ideilor, precizarea fenomenelor şi stabilizarea vederilor şi metodelor de calcul teoretice.

Nu se poate face în scurt o expunere a tuturor acestor încercări. Ele s'au înmulţit foarte mult şi în timpul din urmă masa lucrărilor publicate este impresionantă. Vom aminti numai în linii largi câteva din liniile directoare ale începuturilor [1]): Incercări asupra proprietăţilor elastice ale betonului şi betonului armat, crăpături, formarea lor, Considère (1898), Kleinlogel (1904), Schüle (1906), Probst (1907), Mesnager (1907), Incercări asupra mortarului, Emerson (1904), Mesnager (1907), Bach & Graf (1909). Lunecarea fierului, Mörsch (1902), Emperger (1905), Bauschinger (1905). Poziţia axei neutre, deformaţii, Schüle (1903), Mörsch (1906), Probst (1907). Relaţia între momentul încovoietor şi deformaţie, rezistenţa zonei întinse de beton şi multe alte aspecte, au făcut de asemenea obiectul cercetărilor. Nu putem în acest timp să găsim în publicaţiile noastre cercetări făcute în ţară.

* * *

Pentru noul mijloc de construcţie, betonul armat, a fost nevoie şi de mijloace de calcul. Este de remarcat că întâi s'au început construcţiile şi pe urmă s'au dat metode de calcul, bazate pe experienţele făcute şi ţinând seamă de teoria generală a încovoierii.

Putem avea o imagine a desvoltării calculului luând patru momente cu exemple din calculul secţiei dreptunghiulare, grindă sau placă.

Primul exemplu, modul de calcul al lui Hennebique, empiric fără bază teoretică; Considère bazat pe experienţele sale dă un calcul care ne duce la formule complicate; apariţia curbei caracteristice a betonului după legea exponenţială ne dă formulele foarte complicate ale lui Koenen; pentru ca în cele din urmă să ajungem la ipoteza simplificatoare care ne dă formulele în vigoare astăzi.

Hennebique (1892) a întrebuinţat la construcţiile lui formule de calcul, bazate pe practică şi lăsând unele date nedeterminate la alegerea practicianului, care cu simţul tehnic să se orienteze [2]).

Pentru dale Hennebique nu se preocupă de elasticitatea materialelor şi nu introduce coeficientul n. Recunoaşte că axa neutră este situată deasupra axei dalei, dar practic nu este nevoie să fie exact calculată. El repartizează momentul încovoietor jumătate la fier şi jumătate la beton, admiţând că rezistenţele sunt uniform distribuite. Luând de bază $\sigma_b = 25$ kg/cm², $\sigma_f = 1000$ kg/cm² el scrie

$$\frac{M}{2} = \frac{pl^2}{20} = 2\, hb.\, h.\, 250000 \text{ kgm}$$

$$h = \sqrt{\frac{pl^2}{10.000.000}}$$

[1]) *Fr. v. Emperger.* Handbuch der Eisenbetonbau. III-te Auf. 1921.

[2]) *Berger & Guillerme.* La construction en ciment armé. Dunod. 1902, p 300.

luând $h' = e - 2h - 2{,}5$ cm scriem

$$\frac{M}{2} = \frac{pl^2}{20} = \Omega_f \,.\, h' \,.\, 10.000.000 \text{ kgm.}$$

$$\Omega_f = \frac{pl^2}{20.000.000\, h'}$$

Fig. 1.

Formulele lui Hennebique au dat rezultate bune, căci dimensiile construcţiilor au fost alese judicios, cu simţ constructiv. Chiar rezistenţele admisibile nu sunt reale, sunt valori convenţionale alese cu simţul practic.

Lefort [1]) nu admite etrierii lăsând sarcina de a face legătura între fiare numai betonului. Pentru a simplifica calculul el ia armatura simetrică, în care caz calculul axei neutre cade, ea fiind la mijlocul secţiei. Ţinând însă seama de coeficienţii de elasticitate diferiţi, el întrebuinţează formula încovoierii luând

$$I = \frac{BH^3}{12} + \frac{n\,\Omega_f\,h^2}{2}$$

şi deci

$$\sigma_f = \frac{Mn\,(h/2 + r)}{I}, \quad \sigma_b = \frac{MH/2}{I}$$

Aceste formule le simplifică, neglijând complet betonul, atribue 60% fierului, luând pentru momentul încovoietor mM, în care $m = 0{,}60$ şi deci

$$\sigma_f\,\Omega_f\,h = mM$$

care dă deci dimensionarea armăturilor.

Considère (1899) în articolul citat admite $n = 10$, pornind dela $E_b = 1{,}9 \times 10^9$ şi $E_f = 19 \times 10^9$ şi ia în considerare şi tensiunea în fier. El dă mersul calculului astfel (transcris cu notaţiile actuale): punând $h_x = hx$, $h_u = hu$

$$\frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_f} = \frac{h - hx}{hx - hu} = \frac{1 - x}{x - u} = \frac{\sigma_b\,E_f}{\sigma_f\,E_b}$$

$$\sigma_b = \frac{1}{n}\,\sigma_f\,\frac{1 - x}{x - u}$$

Fig. 2.

[1]) *Berger & Guillerme.* La construction en ciment armé. Dunod. 1902, pp. 164, 173.

Ecuaţia de echilibru este

$$bh\,x\,\sigma_b + \Omega_f\,\sigma_f = (h - hx)\,b\,\frac{\sigma_b}{2}$$

de unde

$$x\,\sigma_b + \frac{\Omega_f}{b\,h}\,\sigma_f = (1 - x)\,\frac{\sigma_b}{2} = \frac{1 - x}{2}\,\frac{1}{n}\,\sigma_f\,\frac{1 - x}{x - u}$$

care ne dă pe x, adică poziţia axei neutre.

Momentul încovoietor se scrie luând momentul tensiunilor

$$M = b\,h\,x\sigma_b\left[\frac{hx}{2} + \frac{2}{3}\,(h - hx)\right] + \Omega_f\sigma_f\left[hx - hu + \frac{2}{3}\,(h - hx)\right]$$

$$= b\,h^2\,x\,\sigma_b\,\frac{4 - x}{6} + \Omega_f\,\sigma_f\,h\,\frac{x - 3\,u + 2}{3}$$

Koenen (1902) făcând aplicarea legii exponenţiale a betonului, găsită experimental de Schüle, admite repartiţia rezistenţelor după această lege [1]). Luând secţiile plane el ia

$$\sigma_c^m = \frac{1}{\alpha}\,\varepsilon_c\,x_c \quad , \quad \sigma_t^{m_1} = \frac{1}{\alpha}\,\varepsilon_t\,x_t$$

deci pentru un punct oarecare

$$\sigma^m = \frac{1}{\alpha}\,\varepsilon_c\,x \quad , \quad \sigma = \sigma_c\,\sqrt[m]{\frac{x}{x_c}}\ .$$

Fig. 3.

Scriind atunci că rezistenţele la întindere fac echilibrul celor la compresiune, avem:

$$\frac{\sigma_c\,b}{\sqrt[m]{x_c}}\int_0^{x_c} x^{1/m}\,dx = \frac{\sigma_t\,b}{\sqrt[m_1]{x_t}}\int^{x_t} x^{1/m_1}\,dx$$

ceea ce ne duce la poziţia axei neutre

$$\frac{m}{m + 1}\,x_c\,\sigma_c = \frac{m_1}{m_1 + 1}\,x_t\,\sigma_t$$

[1]) *Koenen.* Grundzüge für die statische Berechnung der Beton und Eisenbetonbauten. W. Ernst, 1906.

Pe când momentul este dat de

$$M = \frac{\sigma_c\, b}{\sqrt[m]{x_c}} \int_0^{x_c} x^{(1/m+1)}\, dx + \frac{\sigma_t\, b}{\sqrt[m_1]{x_t}} \int_0^{x_t} x^{(1\, m_1+1)}\, dx$$

$$= \frac{m}{1+2m}\, \sigma_c\, b x_c^2 + \frac{m_1}{1+2\, m_1}\, \sigma_t\, b\, x_t^2$$

Cazul particular $m = m_1 = 1$ ne duce la

$$\sigma_c = \frac{3\, M}{b\, h^2}(1 + \sqrt{r})$$

$$\sigma_t = \frac{3\, M}{b\, h^2}\left(1 + \frac{1}{\sqrt{r}}\right)$$

în care $r = E_c/E_t$, formule care se găsesc şi în tratatele mai noui de beton armat [1]).

Preocupările de acest fel erau şi în ţară şi inginerul *Gogu Constantinescu* se ocupă cu studii asupra betonului armat [2]). El scrie aderenţa cu ajutorul unor funcţiuni sin şi cos iperbolice. Pornind dela ideea că fierul are o mişcare în masa de beton, fiind reţinut de aderenţă, şi modificând deci ipoteza secţiilor plane în ceea ce priveşte armatura, el determină în cazul încovoierii tensiunea în fier şi compresiunea în beton, de asemenea cu desvoltări de funcţiuni trigonometrice iperbolice. Se ocupă şi de crăpăturile în beton, după ultimele experienţe de atunci. Cu toată pătrunderea acestui studiu şi a originalităţii lui, ideea nu s'a putut dovedi bună, căci pentru calculele practice trebue ceva mai simplu.

In 1904 apare circulara germană pentru calculul betonului armat, în 1906 apare circulara franceză, în 1911 circulara engleză. Ideile s'au precizat, se alege soluţia cea mai simplă, acea cunoscută de toată lumea, care ne duce la formulele întrebuinţate acum. Din aceste exemple luate din desvoltarea calculului betonului armat se vede cum s'a îmbinat practica cu teoria.

Ecoul acestor circulări s'a resimţit şi la noi şi calculul betonului armat s'a introdus şi în Şcoala Naţională de Poduri şi Şosele, unde *Ion Ionescu* transformă formulele din circulara germană în altele mai simple, date elevilor din anul III la proiecte [3]), de asemenea pentru verificare şi dimensionare se dau tabele pentru dale şi grinzi şi diferite procente de armare [4]).

---

[1]) *Fr. v. Emperger.* Handbuch der Eisenbetonbau. IV-te Auf. 1921. *Saliger.* Der Eisenbetonbau, 1925.

[2]) *Gogu Constantinescu.* Studii asupra betonului armat. Buletinul Societăţii Politehnice din România. 1904, III, p. 34, 1905, pp. 40, 155, 219, 236, 325.

[3]) *Ion Ionescu.* Calculul plăcilor de beton armat. Buletinul Societăţii Politehnice din România, 1907, p. 275.

[4]) *Chr. Niculescu.* Tabele pentru verificarea construcţiilor de beton armat. Buletinul Societăţii Politehnice din România, 1908, p. 209.

In fine pentru a încheia această desvoltare putem cita încercarea făcută de *Gh. Em. Filipescu*, care stabileşte într'un mod foarte original formule pentru cazul general şi pentru o secţie de formă oarecare, din care prin particularizarea datelor se deduc formulele pentru fiecare caz [1]).

Noul mijloc de construcţie se introduce iute în ţara noastră unde construcţiile metalice nu se puteau desvolta, neavând industrie metalurgică. *Gogu Constantinescu* dă în 1905 exemplul unui pod de 151 m lungime peste râul Doftana, cu bolţi de beton armat de 14 m deschidere, dar nu indică decât metoda pentru calculul arcului înţepenit la ambele capete, fără a da detalii asupra construcţiei de beton armat [2]).

Un impuls mare pentru aceste lucrări şi întrebuinţarea betonului armat la lucrările publice îl dă inginerul *Elie Radu* care întrebuinţează acest mijloc pentru construcţia podurilor boltite [3]) sau cu grinzi drepte [4]) pentru şosele, în serviciul de studii şi construcţii pe care îl conducea la Ministerul Lucrărilor Publice. In acelaşi timp se construeşte prima remiză pentru locomotive pentru depoul Bucureşti, în cadre de beton armat, proiectate de *Gh. Em. Filipescu*, după teoria cadrelor elastice [5]).

Dacă precum vedem în domeniul construcţiilor în beton armat suntem în frunte, şi putem spune că ne-am păstrat acest rang, lucrările în beton armat fiind numeroase şi îndrăzneţe, constructorii noştri afirmându-se în acest domeniu; dacă în domeniul teoriei şi al studiilor putem arăta de asemenea originalitate şi preocupări proprii, chiar dacă ele nu au putut câştiga generalitate şi nu au fost adoptate de întreaga lume tehnică; în domeniul încercărilor s'a făcut mai puţin şi s'a scris şi mai puţin.

Trebue să mărturisim că activitatea mare constructivă nu se poate închipui fără urmărirea materialului din punct de vedere tehnologic. Ceea ce de sigur au făcut toţi inginerii. Dar cu aceasta şi-au îmbogăţit numai experienţa lor personală, fără a o comunica prin scris şi altora. Aşa că noi, acei ce urmărim activitatea după documentele rămase, nu putem şti ce s'a petrecut.

Un exemplu de încercare, dovedind o stare înaintată a lucrărilor şi a concepţiilor o găsim la lucrările Portului Constanţa [6]), unde inginerul *C. Mihalopol* caută dozajul cel mai potrivit. De asemenea se examinează şi înlocuirea pietrişului ce se găsea greu cu piatra spartă cal-

---

[1]) *Gh. Em. Filipescu.* Formule pentru calculul betonului armat. Buletinul Societăţii Politehnice, 1911, p. 729

[2]) *Gh. Constantinescu.* Calculul unui arc de 14 m deschidere. Buletinul Societăţii Politehnice, 1905, p. 372.

[3]) *St. N. Mirea.* Noile poduri de şosea peste Siret. Buletinul Societăţii Politehnice din România, 1908, pp. 252, 310; 190?, p. 87.

[4]) *D. Năsturaş.* Pod cu grinzi şi console de beton armat pentru şosea. Buletinul Societăţii Politehnice din România, 1910, p. 75.

[5]) *Gh. Em. Filipescu.* Calculul unui cadru. Buletinul Societăţii Politehnice, 1909, p. 159.

[6]) *C. Mihalopol.* Incercări pentru determinarea dozajelor la betonul armat întrebuinţat pentru construcţia magaziilor cu silozuri şi la alte lucrări din Portul Constanţa. Buletinul Societăţii Politehnice, 1912, p. 830.

caroasă. Prin aceste încercări s'a găsit că dozajul cel mai bun este de 700 kg de ciment la mc., care dădea o rezistenţă de 215 kg/cm² după 28 de zile. Descrierea încercărilor, datele de încercare, pregătirea probelor, rezultatele atinse, sunt date în tablouri.

Trebue să venim tocmai în zilele noastre, pentru ca să găsim aceste preocupări de încercarea betonului, dar şi acum ele sunt destul de puţine. Nu vom vorbi însă despre timpurile mai noi, la care suntem interesaţi cu toţii, lăsând să vorbească despre noi cei ce ne urmează.

Totuşi trebue să observăm că şi în zilele noastre cu toată desvoltarea mare a lucrărilor de beton armat, atât în ceea ce priveşte construcţiile cât şi lucrările publice, cu tot numărul mare de constructori în beton armat, cu toate sumele însemnate ce se învestesc în lucrările de acest fel, studiile şi încercările ce se fac sunt puţine şi publicaţiile în acest domeniu sunt rare. Este de datoria noastră de a contribui la înaintarea cunoştinţelor, de a mări experienţa noastră şi a colegilor noştri, aşa încât concluzia ar fi: mai multe studii, mai multe încercări, se cuvin pentru nivelul ce-l are construcţia de beton în ţara noastră.

* * *

După comunicare au avut loc discuţiuni la care au luat parte următorii:

D-l prof. *M. Hangan* aminteşte de o încercare făcută în anul 1903, grinda de beton armat de 8 m deschidere, care se găseşte şi acum în curtea Institutului de Chimie Agricolă, de pe Splaiul Independenţei. Această grindă foarte bine lucrată arată destoinicia constructorilor de atunci şi merită a fi adusă la Politechnică reprezentând un exemplu frumos.

D-l prof. *A. Beleş*, spune că grinda aceasta a fost construită de Serviciul de Studii şi Construcţii condus de Elie Radu şi a figurat, încărcată cu 10 tone de saci cu nisip, la o expoziţie ce a avut loc pe acel teren, pentru ca să dovedească valoarea noului mod de construcţie, betonul armat, în special pentru grinzi de poduri. Mai târziu, pentru expoziţia din Parcul Carol în 1906, s'a întrebuinţat betonul armat pentru construcţia Arenelor Romane, Turnul şi un pod peste lac. Tot în acel timp s'a construit podul de şosea dela Băneasa, care a suferit distrugeri în timpul războiului trecut şi a fost pe urmă reparat. Palatul Ministerului Lucrărilor Publice, ale cărui planşee în casete ce se pot vedea acum la ruina incendiată a clădirii, au fost calculate de Gogu Constantinescu şi sunt construite tot în acest timp.

Grinda de 8 m deschidere a fost amintită ca un exemplu de încercare a unei mari construcţii, având aproape 5 m c. de beton şi în Beton u. Eisen, 1934, p. 80.
